Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Engineering and Technology 2025, ():1-6

Open Access Full Text Article

Bài nghiên cứu

Xác định giá trị trượt mục tiêu của đạn sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc

Phạm Xuân Quyền[1,2,*]

Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Hiệu quả tác dụng của đạn dược phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó giá trị trượt mục tiêu của đạn sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc là một trong những thông số rất quan trọng khi nghiên cứu, thiết kế, chế tạo ngòi nổ và ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của đạn. Việc xác định được tham số này cho phép lựa chọn các thông số kỹ thuật khác trong ngòi đạn. Vấn đề này luôn nhận được sự quan tâm của nhiều nhà khoa học nhưng đến nay vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể nào được công bố. Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết xác định độ trượt mục tiêu của đạn khi sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc Doppler bằng phương pháp giải tích. Căn cứ vào vùng phát hiện mục tiêu và vùng phân bố mảnh văng, bài báo đã đưa ra mối quan hệ giữa giá trị trượt mục tiêu của đạn, góc kích nổ, và pha của độ trượt. Trên cơ sở đó tác giả đã tiến hành đánh giá sự thay đổi giá trị trượt mục tiêu của đạn khi thay đổi góc kích nổ, pha của độ trượt bằng phần mềm Matlab. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng giá trị trượt mục tiêu của đạn phụ thuộc đáng kể vào giá trị góc kích nổ đạn, pha của độ trượt và khoảng cách giữa vị trí ăng-ten và vị trí kích nổ của đầu đạn. Kết quả thu được có thể được áp dụng trong giai đoạn tính toán và thiết kế ngòi đạn không tiếp xúc Doppler dùng cho đạn pháo để tiêu diệt máy bay.

Từ khoá: Ngòi nổ không tiếp xúc, ngòi nổ vô tuyến, ngòi nổ Doppler, đầu đạn

[1]*Bộ Môn Đạn, Khoa Vũ Khí, trường Học viện Kỹ thuật Quân sự, Việt Nam*

[2]*Trường Học viện Kỹ thuật Quân sự, Việt Nam*

Liên hệ

Phạm Xuân Quyền, Bộ Môn Đạn, Khoa Vũ Khí, trường Học viện Kỹ thuật Quân sự, Việt Nam

Trường Học viện Kỹ thuật Quân sự, Việt Nam

Email: ???

Lịch sử

- Ngày nhận: 17-5-2024
- Ngày sửa đổi: 16-9-2024
- Ngày chấp nhận: 18-11-2024
- Ngày đăng:

DOI :

Check for updates

Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNUHCM PRESS

ĐẶT VẤN ĐỀ

Đã có nhiều công trình nghiên cứu về sự phối hợp tối ưu giữa luồng mảnh văng và cánh sóng ăng-ten của ngòi nổ[1–7]. Công trình mô phỏng ngòi nổ cho tên lửa phòng không tầm thấp[2] bàn về khả năng chống nhiễu và dẫn đường của hệ thống ra-đa gần. Hiệu ứng Doppler đã được tác giả S. Veksin sử dụng trong ngòi nổ cận đích[3]. Tại Việt Nam, giá trị trượt mục tiêu có được đề cập sơ lược và chưa có đánh giá cụ thể[8].

Đạn sát thương bằng mảnh tiêu diệt hoặc sát thương mục tiêu bằng mảnh văng ở khoảng cách nhất định. Nó được gọi là giá trị trượt mục tiêu của đạn. Khi giá trị của nó từ vài mét đến vài chục mét thì hệ thống xác định vị trí đạn và mục tiêu đặt ở đài quan sát bên ngoài đạn coi 2 vị trí này trùng nhau. Điều này gây khó khăn để xác định được giá trị trượt mục tiêu của đạn. Phương pháp giải tích và phần mềm Matlab được sử dụng tính toán việc thiết lập mối quan hệ giữa giá trị trượt mục tiêu, góc kích nổ đạn, pha của độ trượt, khoảng cách giữa vị trí ăng-ten và vị trí kích nổ của đầu đạn giúp cho người thiết kế ngòi đạn có đánh giá khách quan và tương đối tường minh khi lựa chọn các thông số kết cấu.

PHƯƠNG PHÁP

HỆ TỌA ĐỘ

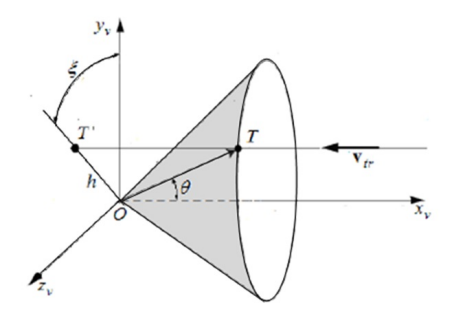
Để xác định tần số Doppler người ta sử dụng hệ tọa độ hình nón liên kết với hệ tọa độ vận tốc thẳng $Ox_vy_vz_v$, với gốc tọa độ đặt tại vị trí ăng-ten phát của hệ thống ra-đa (Hình 1). Trong đó trục Ox_vOy$_v$song song với véc-tơ vận tốc tương đối đạn - mục tiêu v_{rt}, mặt phẳng tọa độ Ox_vy_v trùng với mặt phẳng tam giác vận tốc được tạo thành từ các véc-tơ vận tốc: v_r, v_t , v_{rt}. Trong đó, v_r;v_t lần lượt tương ứng là vận tốc đạn và vận tốc mục tiêu. Vị trí của mục tiêu tại điểm T và được xác định bởi các đại lượng: x_v, h, ξ, trong đóx_v là tọa độ Đề-các; h là khoảng cách từ gốc tọa độ O đến hình chiếu T′ của điểm T trên mặt phẳng Oy$_v$z$_v$, đặc trưng cho độ chính xác dẫn và được gọi là độ trượt; góc cực ξ là pha của độ trượt. h, ξ là tọa độ cực của điểm T′. Trên Hình 1 thể hiện vị trí tương đối của đạn và mục tiêu trong không gian, với vị trí của đạn tại O và vị trí mục tiêu tại T.

Từ hệ tọa độ dùng để xác định vùng kích nổ đạn (Hình 1 và 2) có thể đưa ra 2 nhận xét sau:

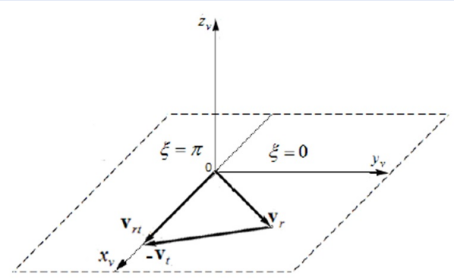
- Nếu độ trượt h = const (Hình 1) thì bề mặt tọa độ có dạng hình trụ đối xứng quanh trục và đặc trưng cho vùng Doppler không xác định.

- Nửa mặt phẳng Ox$_v$y$_v$ chứa nửa trục dương Oyv và tam giác vận tốc (Hình 2) tương ứng với giá trị pha của độ trượt ξ = 0, nửa mặt phẳng Ox$_v$y$_v$ chứa nửa

Trích dẫn bài báo này: Quyền P X. **Xác định giá trị trượt mục tiêu của đạn sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc**. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2025; ():1-6.



Hình 1: Vị trí tương đối của đạn và mục tiêu trong không gian.



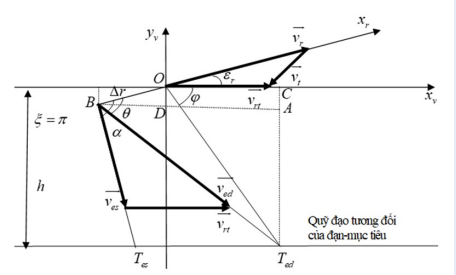
Hình 2: Mối quan hệ giữa vận tốc tương đối và giá trị pha của độ trượt.

trục âm Oy_v (Hình 2) tương ứng với giá trị pha của độ trượt $\xi = \pi$.

Xác định giá trị trượt mục tiêu của đạn

Để mô tả hoạt động của phần chiến đấu thường sử dụng hệ tọa độ Bxr-yr-zr, có gốc tọa độ đặt tại vị trí kích nổ của phần chiến đấu. Trục Bxr trùng với trục dọc của đạn và có hướng từ trọng tâm tới mũi của đạn. Khi phối hợp sự làm việc của ăng-ten và luồng mảnh thì pha của độ trượt có giá trị: $\xi \in [0, 2\pi]$. Trong thực tế, đối với phần chiến đấu đối xứng theo trục dọc của đạn và sử dụng ngòi nổ Doppler thì có thể giới hạn giá trị của pha của độ trượt $\xi = 0$ và $\xi = \pi$. Hai trường hợp này được minh họa trên Hình 3 và Hình 4.

Trong Hình 3, ε_r là góc hướng hợp bởi véc-tơ vận tốc đạn và vận tốc tương đối đạn - mục tiêu; Điểm B là vị trí kích nổ của phần chiến đấu và cách vị trí đặt ăng-ten một khoảng OB = Δr; α là góc bay tán trung bình của mảnh vàng tĩnh; Θ là góc bay tán trung bình của mảnh vàng động; $\overrightarrow{v_{es}}$ là véc-tơ vận tốc mảnh vàng tĩnh; $\overrightarrow{v_{ed}}$ là véc-tơ vận tốc mảnh vàng động; Tes là giao điểm giữa quỹ đạo mảnh vàng tĩnh và đường thẳng chứa mục tiêu, song song với trục Ox; T_{ed} là giao điểm giữa đường thẳng chứa mục tiêu, song song với trục



Hình 3: Chuyển động tương đối đạn - mục tiêu khi pha của độ trượt $\xi = \pi$.

Ox và hướng chuyển động của mảnh vàng động; φ là góc được tạo bởi trục Oxv và đường thẳng OT_{ed}. Đây là góc mà tại đó hệ thống ra-đa gần đưa ra quyết định kích nổ đạn và được gọi là góc kích nổ đạn. Nó được tạo bởi trục Ox và đường thẳng OT_{ed};

Đối với mỗi giá trị trượt h (Hình 3) sẽ ứng với một khoảng giá trị góc kích nổ đạn trong hệ tọa độ vận tốc có gốc tọa độ O và lệnh kích nổ đạn tại thời điểm mảnh vàng và mục tiêu gặp nhau tại điểm T_{ed}.

Công thức tính vận tốc mảnh văng động:

$$\overrightarrow{v_{ed}} = \overrightarrow{v_{es}} + \overrightarrow{v_{rt}} \tag{1}$$

Xét véc-tơ $\overrightarrow{r}_{es} = \overrightarrow{BT}_{es} = [R_{esx}, R_{esy}, 0]$, thời gian để mảnh văng tĩnh đi hết quãng đường BT với vận tốc $v_{es} \neq 0$ là:

$$t_{es} = \frac{r_{es}}{v_{es}} \tag{2}$$

trong đó: $r_{es} = \sqrt{r_{esx}^2 + r_{esy}^2}$. Mục tiêu sẽ bị tổn thương nếu mảnh văng động và mục tiêu gặp nhau tại vị trí T_{ed}. Khi đó, khoảng cách $T_{es}T_{ed}$ được xác định theo công thức:

$$\triangle x_v = x_{vT_{ed}} - x_{vT_{es}} = t_{es} v_{rt} = \frac{r_{es} v_{rt}}{v_{es}} \tag{3}$$

trong đó: $x_{vTed} > x_{vTes}$. Như vậy, véc-tơ vận tốc mảnh vàng động ($v_{ed} \neq 0$) hướng vào điểm T_{ed}, thời gian mảnh vàng động đi hết quãng đường BT_{ed} = red được xác định theo công thức:

$$t_{ed} = \frac{r_{ed}}{v_{ed}} \tag{4}$$

trong đó: $\overrightarrow{r_{ed}} = \overrightarrow{BT_{ed}} = [r_{edx}, r_{edy}, 0]$.

Xét trường hợp $\xi = \pi$ (Hình 3) Trong tam giác vuông ABT_{ed} vuông tại A ta có: $\widehat{ABT}_{ed} = \theta - \varepsilon_r \neq 0$, suy ra $\theta \neq \varepsilon_r$

$$\begin{aligned} AB &= AT_{ed} ctg\left(\widehat{ABT}_{ed}\right) \\ &= AT_{ed} ctg\left(\theta - \varepsilon_r\right), \; khi \begin{cases} \theta \neq \varepsilon_r \\ \xi = \pi \end{cases} \end{aligned} \tag{5}$$

Trong tam giác vuông BOD vuông tại D ta có OBD = ε_r:

OD = CA = OB sin(ÔBD) = OB sin ε_r = Δr sin ε_r, (6)

AT_{ed} = CT_{ed} − CA = h − Δr sinε_r, khi $\xi = \pi$

Thay (6) vào (5) ta có:

$$AB = (h - \triangle r \sin\varepsilon_r)\, ctg\,(\theta - \varepsilon_r)\,, \quad khi \begin{cases} \theta \neq \varepsilon_r \\ \xi = \pi \end{cases} \tag{7}$$

- Xét trường hợp ξ = 0 (Hình 4)

Trong tam giác vuông ABT_{ed} vuông tại A ta có: $\hat{A}BT_{ed}$ = 0, suy ra $\theta \neq \varepsilon_r$.

$$\begin{aligned} AB &= AT_{ed} ctg\left(\widehat{A}BT_{ed}\right) \\ &= AT_{ed} ctg\,(\theta + \varepsilon_r)\,,\ khi \begin{cases} \theta \neq -\varepsilon_r \\ \xi = 0 \end{cases} \end{aligned} \tag{8}$$

Trong tam giác vuông BOD vuông tại D ta có: ÔBD = ε_r

$$\begin{aligned} AT_{ed} &= CT_{ed} + CA \\ &= h + \triangle r \sin\varepsilon_r\ khi\ \xi = 0 \end{aligned} \tag{9}$$

Thay (9) vào (8) ta có:

$$AB = (h + \triangle r \sin\varepsilon_r)\, ctg\,(\theta + \varepsilon_r)\,,\ khi\ \xi = 0 \tag{10}$$

Theo Hình 3 và 4, giá trị trượt mục tiêu được xác định bằng công thức:

$$h = OC.ctg(\varphi),\ khi\ \varphi \neq 0 \tag{11}$$

$$OC = AB - BD = AB - \triangle r \cos\varepsilon_r \tag{12}$$

Thay (7) vào (12) ta có:

$$\begin{aligned} OC &= (h - \triangle r \sin\varepsilon_r)\, ctg(\theta - \varepsilon_r) \\ &- \triangle r \cos\varepsilon_r,\ khi \begin{cases} \theta \neq \varepsilon_r \\ \xi = \pi \end{cases} \end{aligned} \tag{13}$$

Thay (13) vào (11) ta có:

$$\begin{aligned} h &= ((h - \triangle r \sin\varepsilon_r) ctg\,(\theta - \varepsilon_r) \\ &- \triangle r \cos\varepsilon_r).ctg\,(\varphi_\pi)\,,\ khi \begin{cases} \theta \neq \varepsilon_r \\ \xi = \pi \end{cases} \end{aligned}$$

Suy ra,

$$h = \frac{\triangle r.\sin\varepsilon_r.ctg\,(\theta - \varepsilon_r) + \triangle r \cos\varepsilon_r}{ctg\,(\theta - \varepsilon_r) - \dfrac{1}{ctg\,(\varphi_\pi)}}, \quad khi \begin{cases} \xi = \pi \\ \sin(\varphi_\pi) \neq 0 \Rightarrow \varphi_\pi \neq 0^\circ \\ ctg\,(\varphi_\pi) \neq 0 \Rightarrow \varphi_\pi \neq 90^\circ \\ \sin(\theta - \varepsilon_r) \neq 0 \Rightarrow \theta \neq \varepsilon_r \\ ctg\,(\theta - \varepsilon_r) \neq \dfrac{1}{ctg\,(\varphi_\pi)} \end{cases} \tag{14}$$

Thay (10) vào (12) ta có:

$$\begin{aligned} OC &= (h + \triangle r \sin\varepsilon_r)\, ctg\,(\theta + \varepsilon_r) \\ &- \triangle r \cos\varepsilon_r,\ khi\ \xi = 0 \end{aligned} \tag{15}$$

Thay (15) vào (11) ta có:

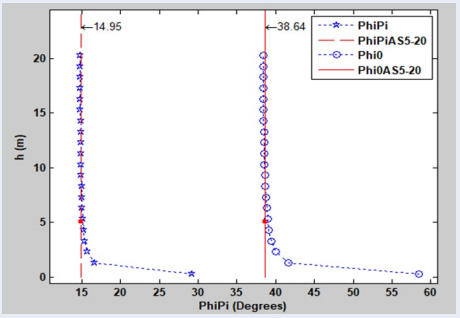
$$h = \frac{\triangle r.\sin\varepsilon_r.ctg\,(\theta - \varepsilon_r) + \triangle r \cos\varepsilon_r}{\dfrac{1}{ctg\,(\varphi_0)} - ctg\,(\theta - \varepsilon_r)}, \quad khi \begin{cases} \xi = 0 \\ \sin(\varphi_0) \neq 0 \Rightarrow \varphi_0 \neq 0^\circ \\ ctg\,(\varphi_0) \neq 0 \Rightarrow \varphi_0 \neq 90^\circ \\ \sin(\theta - \varepsilon_r) \neq 0 \Rightarrow \theta \neq \varepsilon_r \\ ctg\,(\theta - \varepsilon_r) \neq \dfrac{1}{ctg\,(\varphi_0)} \end{cases} \tag{16}$$

Như vậy, công thức (14) và (16) xác định h tương ứng với pha trượt $\xi = \pi$ và ξ = 0.

KẾT QUẢ, THẢO LUẬN

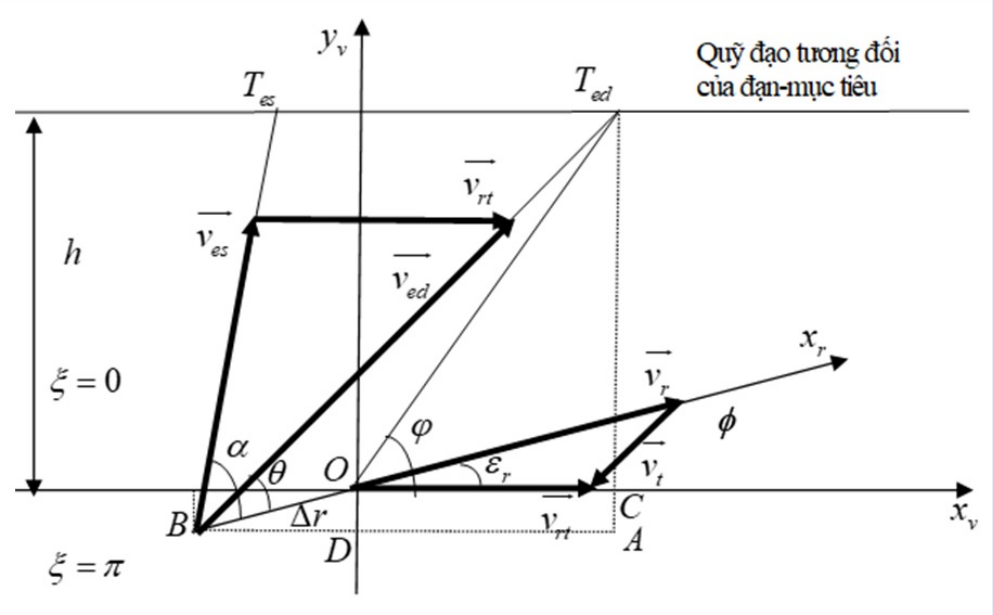
Đánh giá giá trị trượt mục tiêu của đạn phụ thuộc vào một số tham số như góc kích nổ đạn và pha của độ trượt thông qua một số ví dụ sau:

Ví dụ 1: $\theta = 30^o$; $\varepsilon_r = 15^o$; $\varphi = [0^o, 60^o]$; Δr = 0.3m; $\xi = \pi$ và ξ = 0. Áp dụng công thức (14) và (16) để xác định giá trị trượt mục tiêu của đạn. Tính toán các giá trị bằng phần mềm Matlab (Hình 5).



Hình 5: Giá trị trượt mục tiêu của đạn phụ thuộc vào góc kích nổ đối với pha của độ trượt $\xi = \pi$ và ξ = 0.

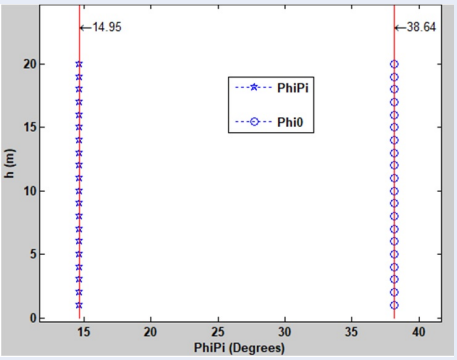
Từ Hình 3, 4 và 5, công thức (14) và (16) ta nhận thấy rằng, tại vị trí B (Hình 3 và 4) góc kích nổ φ lớn nhất, khi h tăng dần từ Δrsinε_r thì giá trị góc φ giảm dần và thay đổi nhỏ xung quanh giá trị tiệm cận ứng với giá trị độ trượt trong khoảng từ 5m đến 20m. Theo kết quả khảo sát ở Hình 5, đường tiệm cận PhiPiAS5-20 được máy tính tự động đưa ra thể hiện giá trị góc kích nổ đầu đạn đạt giá trị không đổi là 14.95^o khi giá trị độ trượt bắt đầu từ 5m đến 20m với pha của độ trượt $\xi = \pi$ và giá trị này là 38.64^o ứng với đường tiệm cận Phi0AS5-20 được máy tính tự động đưa ra thể hiện giá trị góc kích nổ đầu đạn đạt giá trị không đổi khi



Hình 4: Chuyển động tương đối đạn - mục tiêu khi pha của độ trượt $\xi = 0$.

giá trị độ trượt dao động từ 5m đến 20m và pha của độ trượt $\xi = 0$. Góc kích nổ cho phép nằm trong khoảng $[14.95^o, 27.86^o]$ đối với $\xi = \pi$ và $[38.64^o, 58.29^o]$ đối với $\xi = 0$, khi đó độ trượt sẽ có giá trị nhỏ hơn 5m.

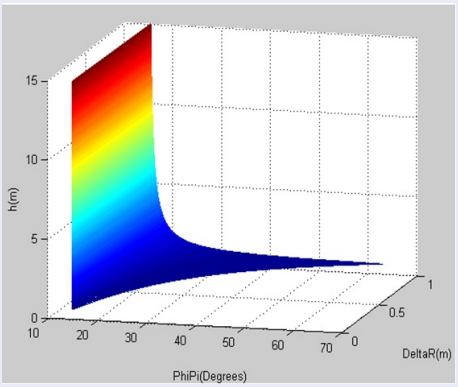
Ví dụ 2: $\theta = 30^o$; $\varepsilon_r = 15^o$; $\varphi = [10^o, 40^o]$; $\Delta r = 0$m; $\xi = \pi$ và $\xi = 0$. Kết quả tính toán h bằng công thức (14) và (16) trong phần mềm Matlab được thể hiện trên Hình 6. Khác với ví dụ 1 ở chỗ $\Delta r = 0$m, nghĩa là vị trí đặt ăng-ten trùng với vị trí kích nổ đầu đạn.



Hình 6: Giá trị trượt mục tiêu của đạn khi góc kích nổ đạn có giá trị nhỏ nhất.

Theo kết quả nhận được tại Hình 6, khi $\Delta r = 0$m, đối với mọi giá trị trượt $h \leq 20$m luôn tồn tại duy nhất một giá trị góc kích nổ 14.95^o tương ứng với giá trị pha trượt $\xi = \pi$ và giá trị góc kích nổ 38.64^o tương ứng với giá trị pha trượt $\xi = 0$. Với giá trị $\Delta r = 0$m trên thực tế rất khó có thể xảy ra, do cùng với ăng-ten là hệ thống xử lý tín hiệu thu phát phức tạp, chúng có kích thước đáng kể. Vì thế, tùy vào từng loại đạn cụ thể mà có giá trị Δr tương ứng.

Ví dụ 3: $\theta = 30^o$; $\varepsilon_r = 15^o$; $\varphi = [0^o, 70^o]$; $\Delta r = [0, 1]$ m; $\xi = \pi$. Tính toán h bằng công thức (14) và (16) trong phần mềm Matlab (Hình 7). Ở đây đánh giá sự thay đổi giữa độ trượt và góc kích nổ khi thay đổi Δr nhằm xác định giá trị trượt tương ứng với từng giá trị góc kích nổ và khoảng cách tương đối giữa vị trí đặt ăng-ten và điểm kích nổ.



Hình 7: Sự phụ thuộc giá trị trượt h vào φ và Δr.

Theo kết quả được thể hiện trên Hình 7 ta thấy rằng, giá trị Δr tỷ lệ thuận với độ rộng khoảng giá trị góc kích nổ khi độ trượt nhỏ hơn 5m. Cụ thể đối với trường hợp pha của độ trượt $\xi = \pi$ khi Δr = 0m thì góc kích nổ đạn là 14.95^o đối với mọi giá trị độ trượt và khi Δr = 1m thì góc kích nổ sẽ nằm trong khoảng $(14.95^o, 62.874^o]$ với giá trị độ trượt trong khoảng (0, 5] m. Khi độ trượt lớn hơn 5m, thì góc kích nổ có giá trị gần đúng bằng $\varphi = \varphi_{min} = 14.95^o$ = const đối với mọi giá trị Δr. Trong trường hợp này, để kiểm soát được độ trượt h thì góc kích nổ phải có giá trị trong khoảng $(14.95^o, 62.874^o]$ và Δr = (0, 1] m.

Ví dụ 4: $\theta = 30^o$; $\varepsilon_r = 5^o$; h = (0, 15] m và $\varepsilon_r = 10^o$; Δr = [0, 1] m; $\xi = \pi$. Kết quả tính toán h bằng (14) và (16) trong phần mềm Matlab được thể hiện trên Hình 8. Ở trường hợp này khảo sát sự thay đổi h đối với 2 trường hợp góc hướng lần lượt là $\varepsilon_r = 5^o$ và $\varepsilon_r = 10^o$ để xác định giá trị ε_r.

Kết quả chỉ ra giá trị trượt h đạt giá trị lớn nhất khi φ đạt giá trị nhỏ nhất, và ngược lại khi φ tăng thì h giảm. Khi góc hợp bởi véc-tơ vận tốc đạn và vận tốc tương đối đạn-mục tiêu (ε_r) tăng, góc kích nổ (φ) giảm.

Ví dụ 5: $\varepsilon_r = 15^o$; $\theta = 10^o$; $\theta = 20^o$; Δr = [0, 1] m; $\xi = \pi$. Tính h bằng (14) và (16) trong phần mềm Matlab (Hình 9). Ví dụ này khảo sát sự thay đổi giá trị trượt mục tiêu đối với 2 trường hợp của góc bay tản của mảnh văng động lần lượt là $\theta = 10^o$ và $\theta = 20^o$ với mục đích xác định giá trị θ có ảnh hưởng như thế nào đến giá trị h hay.

Khi góc bay tản của mảnh văng động (θ) tăng thì giá trị góc kích nổ (φ) tăng. Điều đó có nghĩa là góc kích nổ đạn phụ thuộc vào vận tốc của đạn. Giá trị θ ảnh hưởng không đáng kể đến giá trị h.

KẾT LUẬN

Giải phương trình (14) và (16) cho phép xác định giá trị trượt mục tiêu của đạn đối với các tham số kết cấu cụ thể. Với những lý giải, phân tích ở trên kết quả thu được là cơ sở xác định các thông số khác trong ngòi nổ không tiếp xúc của đạn như góc kích nổ φ, pha độ trượt ξ, khoảng cách giữa ăng-ten và vị trí kích nổ Δr, góc bay tản trung bình của mảnh văng động θ, và đó cũng là công việc phải tiến hành khi thiết kế ngòi đạn. Việc xây dựng các tham số và phương pháp giải sẽ được tác giả trình bày vào dịp khác. Kết quả thu được mở ra một số hướng như kích nổ đa điểm, thiết kế ăng-ten nhỏ gọn để đảm bảo lắp được nhiều trên các loại đạn, đánh giá sự sống sót của mục tiêu sau khi trúng mảnh văng...

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

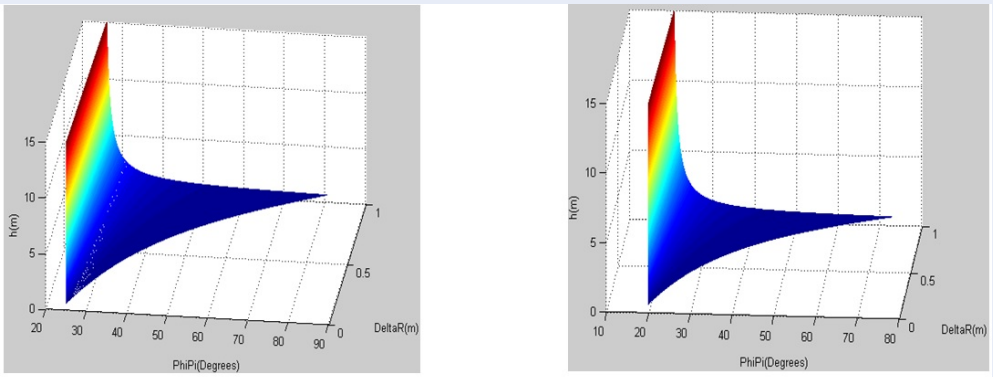
Tác giả xin cam đoan không có bất kì xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP TÁC GIẢ

Phạm Xuân Quyền tác giả duy nhất thực hiện toàn bộ bản thảo.

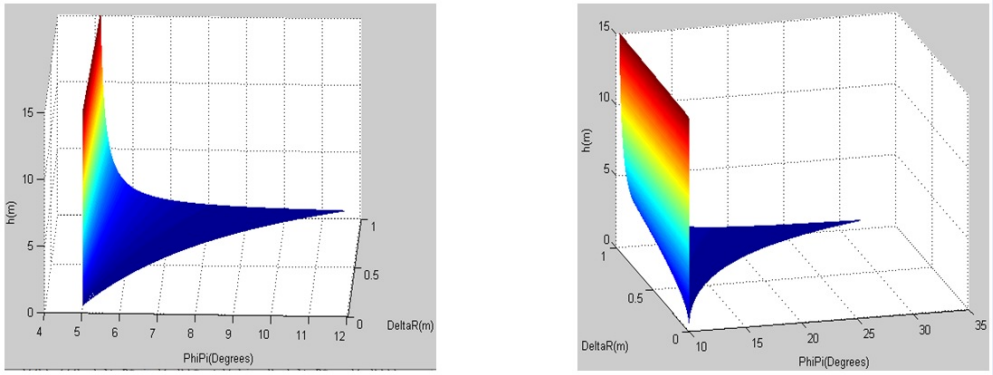
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Huang ZH, Feng QJ. Research on optimum fuze-warhead coordination based on antenna beamforming of fuze. In: The 2007 International Autumn Seminar on Propellants, Explosives and Pyrotechnics; 2007 Oct 23–26; Xi'an, China. p. 861–4;.
2. Zhao Q, Du GY, Zhang B, et al. Simulation design of fuze warhead system of air defense missile at very low altitude. J Syst Eng Electron. 2017;28(3):572–84;.
3. Veksin S. Processing of radar signals in Doppler homing heads. Moscow: MAI; 2005. 304 p;.
4. Kolodny MA. Radar proximity fuzing and the Cold War paradigm. In: Microwave Symposium Digest (MTT), 2011 IEEE MTT-S International; 2011;.
5. Li ZB. Implementation and development of compact UWB proximity fuze sensor system. In: Computational Problem-Solving (ICCP), 2011 International Conference; 2011;.
6. Astapov YM, Kozlov VI, Soboleva NS, Khokhlov VK, Borzov AB, Avtonomnye ED. Autonomous information and control systems. In: Proc. of Department of Autonomous Information and Control Systems of Bauman MSTU. Vol. 1. 2011. p. 409–64;.
7. Klement C, Comanescu IS, Clinciu M. The mathematical model of the simulation of the Doppler effect. In: ICMS 2019 & COMEC 2019; Brasov, Romania. 2019;5(1):105;.
8. Phạm XQ. Xác định sự phụ thuộc của tần số doppler vào độ trượt giữa đạn pháo và mục tiêu khi sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc Dopler. Tạp chí Khoa học Tự nhiên - Kỹ thuật - Công nghệ, Đại học Thái Nguyên. 2023;228(2);.



$\varepsilon_r = 5^0;\ \varphi \in \left[25^0,\ 80.2032^0\right]$ $\varepsilon_r = 10^0;\ \varphi \in \left[20^0,\ 72.7257^0\right]$

Hình 8: Giá trị trượt mục tiêu của đạn phụ thuộc vào φ, ε_r và Δr.



$\theta = 10^0\ ;\ \varphi \in \left[5^0,\ 11.5584^0\right]$ $\theta = 20^0\ ;\ \varphi \in \left[10^0,\ 31.7654^0\right]$

Hình 9: Giá trị trượt mục tiêu của đạn phụ thuộc vào φ, θ và Δr.

Science & Technology Development Journal – Engineering and Technology 2025, ():1-1

Open Access Full Text Article

Research Article

The determination of the miss distance of artillery shells using the radio proximity fuse

Pham Xuan Quyen[1,2,*]

Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

The effectiveness of ammunition depends on many factors, of which the miss distance of artillery shells when using the radio proximity fuse utilizing the Doppler is one of the very important parameters when researching, designing, manufacturing fuses and directly affects the effect of artillery shells. Determining this parameter allows the selection of other technical parameters in the radio proximity fuse. This issue has always received the attention of many scientists, but so far, no specific research has been published. This paper presents the theoretical basis to determine the miss distance of artillery shells when using the radio proximity fuse utilizing the Doppler using analytical methods. Based on the target detection area and the fragment area, the article has shown the relationship between the miss distance of artillery shells, the warhead operating angle, and the phase of the miss distance. On that basis, the author has evaluated the change in the value of the miss distance of artillery shells when changing the warhead operating angle, the phase of the miss distance using Matlab software. The results have shown that the value of the miss distance of artillery shells depends significantly on the warhead operating angle, the phase of the miss distance, and the distance between the antenna position and the detonation position of the warhead. The results obtained can be applied to calculate and design the radio proximity fuse utilizing the Doppler effect for artillery shells to destroy aircrafts.

Key words: Proximity fuse, radio fuse, fuse utilizing the Doppler effect, warhead

[1]*Department of Ammunition, Faculty of Weapons, Military Technical Academy, Vietnam*

[2]*Military Technical Academy, Vietnam*

Correspondence

Pham Xuan Quyen, Department of Ammunition, Faculty of Weapons, Military Technical Academy, Vietnam

Military Technical Academy, Vietnam

Email: ???

History

- Received: 17-5-2024
- Revised: 16-9-2024
- Accepted: 18-11-2024
- Published Online:

DOI :

Check for updates

Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNUHCM PRESS

Cite this article : Quyen P X. **The determination of the miss distance of artillery shells using the radio proximity fuse** . *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2025; ():1-1.